



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Masatoshi YAMAGUCHI et al.**

Serial Number: **10/714,911**

Filed: **November 18, 2003**

Customer No.: 38834

For: **ELECTRODE STRUCTURE**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

March 22, 2004

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No., 2001-160681, filed on May 29, 2001,

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,

WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP

Scott Daniels
Reg. No. 32,562

Atty. Docket No.: **032110**
1250 Connecticut Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20036
Tel: (202) 822-1100
Fax: (202) 822-1111

op 02070

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 1 年 5 月 2 9 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 1 - 1 6 0 6 8 1
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 1 - 1 6 0 6 8 1]

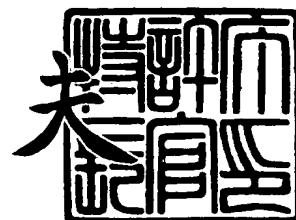
出 願 人
Applicant(s): 日 立 化 成 工 業 株 式 有 限 公 司



2 0 0 4 年 2 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 1 7 1 7



【書類名】 特許願

【整理番号】 13300380

【提出日】 平成13年 5月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01R 9/00

【発明の名称】 電極構造

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県つくば市和台 4 8 日立化成工業株式会社 総合
 研究所内

 【氏名】 山口 正利

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県つくば市和台 4 8 日立化成工業株式会社 総合
 研究所内

 【氏名】 宮寺 信生

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県つくば市和台 4 8 日立化成工業株式会社 総合
 研究所内

 【氏名】 山野井 清

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県つくば市和台 4 8 日立化成工業株式会社 総合
 研究所内

 【氏名】 松浦 弘幸

【特許出願人】

 【識別番号】 000004455

 【氏名又は名称】 日立化成工業株式会社

 【代表者】 内ヶ崎 功

 【電話番号】 03-5381-2409

 【連絡先】 知的財産部

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 010043**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電極構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と前記基板に設けられた電極において、前記基板がフッ素を含んだポリイミド層を含み形成され、前記フッ素を含んだポリイミド層と前記電極の間に少なくとも 1 種類以上のフッ素を含まない樹脂を介在させたことを特徴とする電極構造。

【請求項 2】 前記フッ素を含まない樹脂がフッ素を含まないポリイミドであることを特徴とする請求項 1 に記載の電極構造。

【請求項 3】 基板がシリコンウェハにフッ素を含むポリイミド層を形成し、さらに前記フッ素を含んだポリイミド層と前記電極の間に少なくとも 1 種類以上のフッ素を含まない樹脂を介在させたものである請求項 1 または請求項 2 に記載の電極構造。

【請求項 4】 基板がシリコン上にシリコン酸化物を形成し、さらに、フッ素を含むポリイミド層を形成し、フッ素を含んだポリイミド層と前記電極の間に少なくとも 1 種類以上のフッ素を含まない樹脂を介在させたものである請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の電極構造。

【請求項 5】 基板が光導波路基板である請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の電極構造。

【請求項 6】 電極は、表面が金であり、基板と前記金の間にアルミニウムを介在させた請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の電極構造。

【請求項 7】 電極は、表面が金であり、基板と前記金の間にアルミニウムを介在させ、金とアルミニウムの間にさらに高融点材料を介在させた請求項 6 に記載の電極構造。

【請求項 8】 前記高融点材料がクロム、チタン、モリブデン、タングステンの中から選ばれる材料を 1 つ以上含む請求項 7 に記載の電極構造。

【請求項 9】 前記高融点材料が、セラミックである請求項 7 に記載の電極構造。

【請求項 10】 前記高融点材料が、一酸化珪素、二酸化珪素、一酸化チタン

、二酸化チタン、三酸化チタン、炭化珪素、窒化珪素、酸化クロム、五酸化タングスタルのうち一つ以上を含む請求項 7 に記載の電極構造。

【請求項 11】 前記金と前記アルミニウムの間の全層厚が $4\ \mu\text{m}$ 以下である請求項 6 ないし請求項 10 のいずれかに記載の電極構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板と電極構造に関し、特に電子部品等を搭載する光導波路デバイス基板の電極構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年のパソコンやインターネットの普及に伴い、情報伝送需要が急激に増大している。このため、伝送速度の速い光伝送を、パソコン等の末端の情報処理装置まで普及させることが望まれている。これを実現するには、光インターコネクション用に、高性能な光導波路を、安価かつ大量に製造する必要がある。

【0003】

光導波路の材料としては、ガラスや半導体材料等の無機材料と、樹脂が知られている。無機材料により光導波路を製造する場合には、真空蒸着装置やスパッタ装置等の成膜装置により無機材料膜を成膜し、これを所望の導波路形状にエッチングすることにより製造する方法が用いられる。しかしながら、真空蒸着装置やスパッタ装置は、真空排気設備が必要であるため、装置が大型で高価である。また、真空排気工程が必要であるため工程が複雑になる。これに対し、樹脂によって光導波路を製造する場合には、成膜工程を、塗布と加熱により大気圧中で行うことができるため、装置および工程が簡単であるという利点がある。

【0004】

また、光導波路ならびにクラッド層を構成する樹脂としては、種々のものが知られているが、ガラス転移温度 (T_g) が高く、耐熱性に優れるポリイミドが特に期待されている。ポリイミドにより光導波路およびクラッド層を形成した場合、長期信頼性が期待でき、半田付けにも耐えることができる。このポリイミドの

中でも透過率、屈折率特性から通常フッ素を含むポリイミドが適用されている。

【0005】

光導波路デバイスはレーザダイオードやフォトダイオードなどの光部品や電子部品と電氣的に接続する必要がある。その電気接続は、金のワイヤを超音波により接続するワイヤボンディング法が一般的に採用されている。そのワイヤボンディング接続電極として従来、図6に示すようにチタン (Ti) 15の上に、白金 (Pt) 16を形成し、最上層に金 (Au) 14を形成した電極取出部が用いられている。あるいは、図7に示すようにクロム (Cr) 11を形成し最上層に金 (Au) 14を形成した電極取出部が用いられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、フッ素を含んだポリイミドを用いた光導波路に、電極であるTi, Pt, Au積層膜や、Cr, Au積層膜を形成する際、フッ素を含んだポリイミドと電極との密着力が低く、電極パターンを形成する工程で電極膜が剥れてしまう問題があった。

さらに、Ti、Pt、Au積層膜の場合、これらの金属を所定のパターンに加工するには、薬液によるウェットエッチング法ではTi、Pt、Auの耐薬品性が高いため、エッチングがしずらく、出来上がったパターンは精度に劣る問題があった。そこで、塩素系ガスを用いた反応性ドライエッチングやイオンミリングによってパターンを形成する方法がとられるが、設備コストが高価になったり、安全対策に大掛かりな設備を必要とする問題があった。そこで、図7に示すようにCr 11を形成し最上層にAu 14を形成した電極取出部が用いられている。これらの金属は、薬液によるウェットエッチングが容易であり、出来上がったパターンも精度に優れる。しかし、ワイヤボンディングをすると、Crと基板の界面がワイヤボンディングの超音波のパワーにより破壊され、十分な強度が得られない問題があった。

【0007】

本発明は、従来の問題であった電極の密着力不足による電極剥れがなく、パターン精度に優れる電極を提供することを目的とする。また、基板とその上に形成

された電極との界面が、超音波のパワーにより破壊されずに、十分な強度を得ることのできる電極構造を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、[1] 基板と前記基板に設けられた電極において、前記基板がフッ素を含んだポリイミド層を含み形成され、前記フッ素を含んだポリイミド層と前記電極の間に少なくとも1種類以上のフッ素を含まない樹脂を介在させたことを特徴とする電極構造である。

また、本発明は[2] 前記フッ素を含まない樹脂がフッ素を含まないポリイミドであることを特徴とする上記[1]に記載の電極構造である。フッ素を含まないポリイミドを介在させることにより、電極との接着性が向上する。

また、本発明は、[3] 基板がシリコンウェハにフッ素を含むポリイミド層が形成され、さらに前記フッ素を含んだポリイミド層と前記電極の間に少なくとも1種類以上のフッ素を含まない樹脂が介在されたものである前記[1]または前記[2]に記載の電極構造である。

そして、本発明は、[4] 基板がシリコン上にシリコン酸化物を形成し、さらに、フッ素を含むポリイミド層を形成し、フッ素を含んだポリイミド層と前記電極の間に少なくとも1種類以上のフッ素を含まない樹脂を介在させたものである上記[1]ないし上記[3]のいずれかに記載の電極構造である。

さらに、本発明は[5] 基板が光導波路基板である上記[1]ないし上記[4]のいずれかに記載の電極構造である。

また、本発明は、[6] 電極は、表面が金であり、基板と前記金の間にアルミニウムを介在させた上記[1]ないし上記[5]のいずれかに記載の電極構造である。

さらに、本発明は、[7] 電極は、表面が金であり、基板と前記金の間にアルミニウムを介在させ、金とアルミニウムの間にさらに高融点材料を介在させた上記[6]に記載の電極構造である。

[8] 前記高融点材料がクロム、チタン、モリブデン、タングステンの中から選ばれる材料を1つ以上含む上記[7]に記載の電極構造である。

[9] 前記高融点材料が、セラミックである上記 [7] に記載の電極構造である。

[10] 前記高融点材料が、一酸化珪素、二酸化珪素、一酸化チタン、二酸化チタン、三酸化チタン、炭化珪素、窒化珪素、酸化クロム、五酸化タンタルのうち一つ以上を含む上記 [7] に記載の電極構造である。

[11] 前記金と前記アルミニウムの間の全層厚が $4\ \mu\text{m}$ 以下である上記 [6] ないし上記 [10] のいずれかに記載の電極構造である。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明では、基板と前記基板に設けられた電極において、前記基板がフッ素を含んだポリイミド層を含んで形成され、前記フッ素を含んだポリイミド層と前記電極の間に少なくとも 1 種類以上のフッ素を含まない樹脂を介在させる。

【0010】

本発明で用いられるフッ素を含まない樹脂としては、ポリイミド系樹脂、シリコン系樹脂、アクリル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリエステル系樹脂、フェノール系樹脂等の種々の樹脂を用いることができる。素子の製造工程や使用環境などで耐熱性を要求される用途では、ポリイミド系樹脂、ポリキノリン系樹脂等が好ましい。さして、フッ素を含まない樹脂としては、窒素を含む樹脂が特に好ましい。

【0011】

本発明で用いられるフッ素を含まないポリイミドとしては、ポリイミド樹脂、ポリ（イミド・イソインドロキナゾリンジオンイミド）樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエステルイミド樹脂などが挙げられる。本発明で用いられるフッ素を含まない樹脂は、フッ素原子を全く含まない樹脂の代わりにフッ素含量がフッ素を含むポリイミド系樹脂のフッ素含量に比べて十分低い樹脂を選択することができる。具体的には、フッ素含量が $10\ \text{wt}\%$ 以下であることが好ましい。さらに、好ましくは、 $2\ \text{wt}\%$ 以下であることが好ましい。

【0012】

本発明で用いられるフッ素を含むポリイミド系樹脂としては、フッ素を有する

ポリイミド樹脂、フッ素を有するポリ（イミド・イソインドロキナゾリンジオンイミド）樹脂、フッ素を有するポリエーテルイミド樹脂、フッ素を有するポリアミドイミド樹脂などが挙げられる。ポリアミドイミド樹脂を得る場合には、塩化無水トリメリット酸などが用いられる。ポリイミド系樹脂の前駆体溶液は、N-メチル-2-ピロリドン、N, N-ジメチルアセトアミド、 γ -ブチロラクトン、ジメチルスルホキシドなどの極性溶媒中で、テトラカルボン酸二無水物とジアミンの反応により得られる。フッ素を有するテトラカルボン酸二無水物とジアミンとの反応により、フッ素含むポリイミド系樹脂の前駆体溶液を製造することができる。テトラカルボン酸二無水物とフッ素を有するジアミンとの反応により、フッ素を含むポリイミド系樹脂の前駆体溶液を製造することができる。テトラカルボン酸二無水物とジアミンのいずれもがフッ素を有していない場合に、フッ素を含まないポリイミド系樹脂の前駆体溶液を製造することができる。

【0013】

フッ素を有しないテトラカルボン酸二無水物の例としては、ピロメリット酸二無水物、ベンゼン-1, 2, 3, 4-テトラカルボン酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ジフェニルテトラカルボン酸二無水物、2, 2', 3, 3'-ジフェニルテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 3', 4'-ジフェニルテトラカルボン酸二無水物、p-ターフェニル-3, 4, 3'', 4''-テトラカルボン酸二無水物、m-ターフェニル-3, 4, 3'', 4''-テトラカルボン酸二無水物、1, 2, 5, 6-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 6, 7-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、1, 2, 4, 5-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、1, 4, 5, 8-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、2, 6-ジクロルナフタレン-1, 4, 5, 8-テトラカルボン酸二無水物、2, 7-ジクロルナフタレン-1, 4, 5, 8-テトラカルボン酸二無水物、2, 3, 6, 7-テトラクロルナフタレン-1, 4, 5, 8-テトラカルボン酸二無水物、2, 3, 5, 6-ピリジントテトラカルボン酸二無水物、3, 4, 9, 10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、2, 2', 3, 3'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 3', 4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ビフェ

ニルエーテルテトラカルボン酸二無水物、4, 4'-スルホニルジフタル酸二無水物、3, 3', 4, 4'-テトラフェニルシランテトラカルボン酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ジフェニルエーテルテトラカルボン酸二無水物、1, 3-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシロキサン二無水物、1-(2, 3-ジカルボキシフェニル)-3-(3, 4-ジカルボキシフェニル)-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシロキサン二無水物、2, 2-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)プロパン二無水物、2, 2-ビス(2, 3-ジカルボキシフェニル)プロパン二無水物、1, 1-ビス(2, 3-ジカルボキシフェニル)エタン二無水物、

【0014】

1, 1-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)エタン二無水物、ビス(2, 3-ジカルボキシフェニル)メタン二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)メタン二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)スルホン二無水物、フェナンスレン-1, 8, 9, 10-テトラカルボン酸二無水物、ピラジン-2, 3, 5, 6-テトラカルボン酸二無水物、チオフェン-2, 3, 4, 5-テトラカルボン酸二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)ジメチルシラン二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)メチルフェニルシラン二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)ジフェニルシラン二無水物、1, 4-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニルジメチルシリル)ベンゼン二無水物、1, 3-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシクロヘキサン二無水物、p-フェニルビス(トリメリット酸モノエステル酸無水物)、エチレングリコールビス(トリメリット酸無水物)、プロパンジオールビス(トリメリット酸無水物)、ブタンジオールビス(トリメリット酸無水物)、ペンタンジオールビス(トリメリット酸無水物)、ヘキサンジオールビス(トリメリット酸無水物)、オクタンジオールビス(トリメリット酸無水物)、デカンジオールビス(トリメリット酸無水物)、エチレンテトラカルボン酸二無水物、1, 2, 3, 4-ブタンテトラカルボン酸二無水物、デカヒドロナフタレン-1, 4, 5, 8-テトラカルボン酸二無水物、4, 8-ジメチル-1, 2, 3, 5, 6, 7-ヘキサヒドロナフタレン-1, 2, 5, 6-テトラカルボン

酸二無水物、シクロペンタン-1, 2, 3, 4-テトラカルボン酸二無水物、

【0015】

ピロリジン-2, 3, 4, 5-テトラカルボン酸二無水物、1, 2, 3, 4-シクロブタンテトラカルボン酸二無水物、ビス(エキソ-ビスクロ[2, 2, 1]ヘプタン-2, 3-ジカルボン酸無水物)スルホン、ビスクロ(2, 2, 2)-オクト(7)-エン-2, 3, 5, 6-テトラカルボン酸二無水物、4, 4'-ビス(3, 4-ジカルボキシフェノキシ)ジフェニルスルフィド二無水物、5-(2, 5-ジオキソテトラヒドロフリル)-3-メチル-3-シクロヘキセン-1, 2-ジカルボン酸無水物、テトラヒドロフラン-2, 3, 4, 5-テトラカルボン酸二無水物、などが挙げられ、2種類以上を混合して用いてもよい。

【0016】

フッ素を有するジアミンの例としては、4-(1H, 1H, 11H-エイコサフルオロウンデカノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(1H, 1H-パーフルオロ-1-ブタノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(1H, 1H-パーフルオロ-1-ヘプタノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(1H, 1H-パーフルオロ-1-オクタノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、4-ペンタフルオロフェノキシ-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(2, 3, 5, 6-テトラフルオロフェノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(4-フルオロフェノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(1H, 1H, 2H, 2H-パーフルオロ-1-ヘキサノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、

【0017】

4-(1H, 1H, 2H, 2H-パーフルオロ-1-ドデカノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、(2, 5-)ジアミノベンゾトリフルオライド、ビス(トリフルオロメチル)フェニレンジアミン、ジアミノテトラ(トリフルオロメチル)ベンゼン、ジアミノ(ペンタフルオロエチル)ベンゼン、2, 5-ジアミノ(パーフルオロヘキシル)ベンゼン、2, 5-ジアミノ(パーフルオロブチル)ベンゼン、1, 4-ビス(4-アミノフェニル)ベンゼン、p-ビス(4-アミノ-2-トリフルオロメチルフェノキシ)ベンゼン、ビス(アミノフェノキシ)ビス(トリフルオロメチル)ベンゼン、ビス(アミノフェノキシ)テトラキス(ト

リフルオロメチル) ベンゼン、ビス {2- [(アミノフェノキシ) フェニル] ヘキサフルオロイソプロピル} ベンゼン、2, 2'-ビス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノビフェニル、3, 3'-ビス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノビフェニル、オクタフルオロベンジジン、ビス { (トリフルオロメチル) アミノフェノキシ} ビフェニル、4, 4'-ビス (4-アミノ-2-トリフルオロメチルフェノキシ) ビフェニル、4, 4'-ビス (4-アミノ-3-トリフルオロメチルフェノキシ) ビフェニル、1, 4-ビス (アニリノ) オクタフルオロブタン、1, 5-ビス (アニリノ) デカフルオロペンタン、1, 7-ビス (アニリノ) テトラデカフルオロヘプタン、3, 3'-ジフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5'-テトフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、2, 2'-ビス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ビス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、

【0018】

3, 3', 5, 5'-テトラキス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジ (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3', 5, 5'-テトラフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3', 5, 5'-テトラキス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルプロパン、3, 3'-ビス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラ (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルプロパン、3, 3'-ジフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 3', 5, 5'-テトラフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 3'-ビス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 3', 5, 5'-テトラキス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、4, 4'-ビス (4-アミノ-2-トリフルオロメチルフェノキシ) ジフェニルスルホン、4, 4'-ビス (3-アミノ-5-トリフ

ルオロメチルフェノキシ) ジフェニルスルホン、3, 3'-ジフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、3, 3', 5, 5'-テトラフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、3, 3'-ビス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、

【0019】

3, 3', 5, 5'-テトラキス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、3, 3'-ジフルオロ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラフルオロ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ビス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラ (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3'-ジメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3'-ジエトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3'-ジフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3'-ジブロモ-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラエトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラフルオロ-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラブロモ-4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラキス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、

【0020】

3, 3'-ビス (トリフルオロメチル) -4, 4'-ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス (4-アミノフェニル) ヘキサフルオロプロパン、1, 3-ビス (アニリノ) ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス {4- (

4-アミノフェノキシ) フェニル} ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス {4- (3-アミノフェノキシ) フェニル} ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス {4- (2-アミノフェノキシ) フェニル} ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス {4- (4-アミノフェノキシ) -3, 5-ジメチルフェニル} ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス {4- (4-アミノフェノキシ) -3, 5-ジトリフルオロメチルフェニル} ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス {4- (4-アミノ-3-トリフルオロメチルフェノキシ) フェニル} ヘキサフルオロプロパン、ビス [{ (トリフルオロメチル) アミノフェノキシ} フェニル] ヘキサフルオロプロパン、1, 3-ジアミノ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-メチル-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-メトキシ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-2, 4, 6-トリフルオロ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-クロロ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-ブロモ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、

【0021】

1, 2-ジアミノ-4-メチル-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-メトキシ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 2-ジアミノ-3, 4, 6-トリフルオロ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-クロロ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-ブロモ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-3- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-メチル-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-メトキシ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2, 3, 6-トリフルオロ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-クロロ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-ブロモ-5- (パーフルオロネニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-5- (パー

フルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-メチル-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-メトキシ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-2, 4, 6-トリフルオロ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-クロロ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-ブロモ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-メチル-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、

【0022】

1, 2-ジアミノ-4-メトキシ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 2-ジアミノ-3, 4, 6-トリフルオロ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-クロロ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-ブロモ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-3- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-メチル-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-メトキシ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2, 3, 6-トリフルオロ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-クロロ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-ブロモ-5- (パーフルオロヘキセニルオキシ) ベンゼンなどが挙げられ、2種類以上を混合して用いてもよい。

【0023】

フッ素を有しないジアミンの例としては、p-フェニレンジアミン、m-フェニレンジアミン、2, 6-ジアミノピリジン、1, 5-ジアミノナフタレン、2, 6-ジアミノナフタレン、ベンジジン、3, 3'-ジメチルベンジジン、3, 3'-ジメトキシベンジジン、3, 3'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジメトキシ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジエトキシ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジブ

ロモ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラメトキシ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラエトキシ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラクロロ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラブロモ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジイソプロピル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジエトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジブロモ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5'-テトラエチル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5'-テトラメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5'-テトラエトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5'-テトラクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5'-テトラブロモ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジイソプロピル-5, 5'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、

【0024】

3, 3'-ジイソプロピル-5, 5'-ジエチル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジエチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジエトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジブロモ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3', 5, 5'-テトライソプロピル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3', 5, 5'-テト

ラメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3', 5, 5'-テトラ
エトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3', 5, 5'-テトラク
ロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3', 5, 5'-テトラブロモ
-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3', 5, 5'-テトライソプロピ
ル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジイソプロピル-5, 5'
-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジイソプロピル-
5, 5'-ジエチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノ
ジフェニルプロパン、3, 3'-ジアミノジフェニルプロパン、3, 3'-ジメチ
ル-4, 4'-ジアミノジフェニルプロパン、

【0025】

3, 3'-ジメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルプロパン、3, 3'-ジ
エトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルプロパン、3, 3'-ジクロロ-4, 4'
'-ジアミノジフェニルプロパン、3, 3'-ジブロモ-4, 4'-ジアミノジフ
ェニルプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-ジアミノジフェ
ニルプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェ
ニルプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラエトキシ-4, 4'-ジアミノジフェ
ニルプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニ
ルプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラブロモ-4, 4'-ジアミノジフェニル
プロパン、3, 3'-ジイソプロピル-5, 5'-ジメチル-4, 4'-ジアミノ
ジフェニルプロパン、3, 3'-ジイソプロピル-5, 5'-ジエチル-4, 4'
'-ジアミノジフェニルプロパン、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、3,
3'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジ
フェニルスルホン、3, 3'-ジメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルスルホ
ン、3, 3'-ジエトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 3'-
ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 3'-ジブロモ-4, 4'
'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-
ジアミノジフェニルスルホン、3, 3', 5, 5'-テトラメトキシ-4, 4'-
ジアミノジフェニルスルホン、3, 3', 5, 5'-テトラエトキシ-4, 4'-
ジアミノジフェニルスルホン、3, 3', 5, 5'-テトラクロロ-4, 4'-ジ

アミノジフェニルスルホン、3, 3', 5, 5'-テトラブロモ-4, 4'-ジア
ミノジフェニルスルホン、3, 3'-ジイソプロピル-5, 5'-ジメチル-4,
4'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 3'-ジイソプロピル-5, 5'-ジエ
チル-4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、

【0026】

4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、3, 3'-ジアミノジフェニルスル
フィド、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、3, 3'
'-ジメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、3, 3'-ジエトキ
シ-4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-
ジアミノジフェニルスルフィド、3, 3'-ジブロモ-4, 4'-ジアミノジフェ
ニルスルフィド、3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-ジアミノジフェ
ニルスルフィド、3, 3', 5, 5'-テトラメトキシ-4, 4'-ジアミノジフ
ェニルスルフィド、3, 3', 5, 5'-テトラエトキシ-4, 4'-ジアミノジ
フェニルスルフィド、3, 3', 5, 5'-テトラクロロ-4, 4'-ジアミノジ
フェニルスルフィド、3, 3', 5, 5'-テトラブロモ-4, 4'-ジアミノジ
フェニルスルフィド、1, 4-ビス- (4-アミノフェノキシ) ベンゼン、1,
3-ビス- (4-アミノフェノキシ) ベンゼン、2, 2-ビス- (4-アミノフ
ェノキシフェニル) プロパン、ビス- (4-アミノフェノキシフェニル) スルホ
ン、ビス- (4-アミノフェノキシフェニル) スルフィド、ビス- (4-アミノ
フェノキシフェニル) ビフェニル、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル-3
-スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルエーテル-4-スルホンアミ
ド、3, 4'-ジアミノジフェニルエーテル-3'-スルホンアミド、3, 3'-
ジアミノジフェニルエーテル-4-スルホンアミド、4, 4'-ジアミノジフェ
ニルメタン-3-スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルメタン-4-
スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルメタン-3'-スルホンアミド、

【0027】

3, 3'-ジアミノジフェニルメタン-4-スルホンアミド、4, 4'-ジアミ
ノジフェニルスルホン-3-スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルス
ルホン-4-スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルスルホン-3'-ス

ルホンアミド、3, 3'-ジアミノジフェニルスルホン-4-スルホンアミド、
 4, 4'-ジアミノジフェニルスルファイド-3-スルホンアミド、3, 4'-ジ
 アミノジフェニルスルファイド-4-スルホンアミド、3, 3'-ジアミノジフ
 ェニルスルファイド-4-スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルスル
 ファイド-3'-スルホンアミド、1, 4-ジアミノベンゼン-2-スルホンア
 ミド、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル-3-カルボンアミド、3, 4'-
 ジアミノジフェニルエーテル-4-カルボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェ
 ニルエーテル-3'-カルボンアミド、3, 3'-ジアミノジフェニルエーテル-
 4-カルボンアミド、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン-3-カルボンアミ
 ド、3, 4'-ジアミノジフェニルメタン-4-カルボンアミド、3, 4'-ジア
 ミノジフェニルメタン-3'-カルボンアミド、3, 3'-ジアミノジフェニルメ
 タン-4-カルボンアミド、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン-3-カル
 ボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルスルホン-4-カルボンアミド、3
 , 4'-ジアミノジフェニルスルホン-3'-カルボンアミド、3, 3'-ジアミ
 ノジフェニルスルホン-4-カルボンアミド、4, 4'-ジアミノジフェニルサ
 ルファイド-3-カルボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルスルファイド
 -4-カルボンアミド、3, 3'-ジアミノジフェニルスルファイド-4-カル
 ボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルスルファイド-3'-カルボンアミド
 、1, 4-ジアミノベンゼン-2-カルボンアミド、4-アミノフェニル-3-
 アミノ安息香酸、

【0028】

2, 2-ビス(4-アミノフェニル)プロパン、ビス-(4-アミノフェニル
)ジエチルシラン、ビス-(4-アミノフェニル)ジフェニルシラン、ビス-(
 4-アミノフェニル)エチルホスフィンオキサイド、ビス-(4-アミノフェニ
 ル)-N-ブチルアミン、ビス-(4-アミノフェニル)-N-メチルアミン、
 N-(3-アミノフェニル)-4-アミノベンズアミド、2, 4-ビス-(β -
 アミノ-t-ブチル)トルエン、ビス-(p- β -アミノ-t-ブチルフェニ
 ル)エーテル、ビス-(p- β -メチル- γ -アミノペンチル)ベンゼン、ビ
 ス-p-(1, 1-ジメチル-5-アミノペンチル)ベンゼン、ヘキサメチレン

ジアミン、ヘプタメチレンジアミン、オクタメチレンジアミン、ノナメチレンジアミン、デカメチレンジアミン、テトラメチレンジアミン、プロピレンジアミン、3-メチルヘプタメチレンジアミン、4, 4'-ジメチルヘプタメチレンジアミン、2, 11-ジアミノドデカン、1, 2-ビス-(3-アミノプロポキシ)エタン、2, 2-ジメチルプロピレンジアミン、3-メトキシヘキサメチレンジアミン、2, 5-ジメチルヘキサメチレンジアミン、2, 5-ジメチルヘプタメチレンジアミン、5-メチルノナメチレンジアミン、2, 17-ジアミノアイコサデカン、1, 4-ジアミノシクロヘキサン、1, 10-ジアミノ-1, 10-ジメチルデカン、1, 12-ジアミノオクタデカン、などが挙げられ、2種類以上を混合して用いてもよい。

【0029】

ジアミンの一部としては、シリコンジアミンを使用してもよい。シリコンジアミンとしては、1, 3-ビス(3-アミノプロピル)-1, 1, 1-テトラフェニルジシロキサン、1, 3-ビス(3-アミノプロピル)-1, 1, 1-テトラメチルジシロキサン、1, 3-ビス(4-アミノブチル)-1, 1, 1-テトラメチルジシロキサンなどがある。シリコンジアミンを使用するときは、これらは、ジアミンの総量に対して、0.1~10モル%使用するのが好ましい。上記のテトラカルボン酸二無水物およびジアミンは二種以上を併用してもよい。ポリイミド系樹脂の前駆体溶液として、感光性を有するものを使用することもできる。

【0030】

ポリイミド前駆体溶液は、スピナあるいは印刷などによる方法により基板表面上に塗布され、最終温度200~400℃で熱処理し硬化されてフッ素を含むポリイミド系樹脂被膜とする。フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜の厚さは、ポリイミド前駆体溶液の濃度、粘度、スピナの回転数などを変えることにより所定の厚さに制御する。フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜は、必要に応じて公知の方法により、エッチング、あるいは、光を含む電磁波や電子線を含む粒子線の照射によって光導波路を形成することができる。光導波路を形成するにあたっては、公知の方法によりフッ素を含むポリイミド系樹脂被膜が屈折率の異なる複数の被膜から構成された光導波路とすることができる。

【0031】

フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜は、フッ素を含まないポリイミド系前駆体溶液をスピナあるいは印刷などによる方法で基板表面上に塗布し、最終温度 200～400℃で熱処理し硬化させて形成する。フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜の厚さは、ポリイミド前駆体溶液の濃度、粘度、スピナの回転数などを変えることにより所定の厚さに制御することができる。

【0032】

フッ素を含まないポリイミド系樹脂皮膜の厚さは、10 μm 以下であることが好ましい。10 μm を超えると、フッ素を含むポリイミド系樹脂皮膜及びフッ素を含まない樹脂皮膜全体の厚みが大となり、基板との膨張係数の差に基づく応力によるそりが発生しやすくなる。また樹脂皮膜全体の厚みの均一性が達成されにくくなる。

【0033】

さらに、前記基板がシリコンウェハであり、前記シリコン上にシリコン酸化物を形成しても良い。シリコン酸化物をシリコンウェハ表面に形成し、さらに、ポリイミドにより形成された光導波路上に電極を有する光導波路デバイスを提供することができる。

【0034】

本発明では、基板と前記基板に設けられた電極において、前記電極の表面が金であり、前記基板と前記金の間にアルミニウムを介在させると好ましい。

また、前記電極構造において、前記金と前記アルミニウムの間に高融点材料を介在させることが好ましく、ここで高融点材料とは融点が1000℃以上の材料をいう。

【0035】

前記高融点材料としてクロム (Cr)、チタン (Ti)、モリブデン (Mo)、タンゲステン (W) の高融点金属を1つ以上含むことが好ましい。

【0036】

また、前記高融点材料として、前記高融点金属に限らず、一酸化珪素 (SiO)、二酸化珪素 (SiO₂)、一酸化チタン (TiO)、二酸化チタン (TiO₂)

）、三二酸化チタン (Ti_2O_3)、炭化珪素 (SiC)、窒化珪素 (Si_3N_4)、酸化クロム (Cr_2O_3)、五酸化タンタル (Ta_2O_5) のセラミックスのうち一つ以上を含むことが好ましい。

厚みとしてA1は $0.2 \sim 2 \mu\text{m}$ 、高融点材料は $0.02 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 、Auは $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度が好ましい。また、高融点金属のいくつかを複数形成することができる。また、高融点金属に限らずSiO、 SiO_2 、TiO、 TiO_2 、 Ti_2O_3 、SiC、 Si_3N_4 、 Cr_2O_3 、 Ta_2O_5 等のセラミックスを用いることができ、これらのセラミックスをいくつか複数形成することができる。

【0037】

さらに、前記基板がシリコンウェハであり、前記シリコン上にシリコン酸化物を形成しても良い。また、基板は前記シリコンウェハとポリイミド層の積層構造とすることができる。また、電極の全層厚が $4 \mu\text{m}$ を超えて厚くなると膜応力が大きくなり、基板から剥離しやすくなることから、電極構造が前記金と前記アルミニウムの間の全層厚が $4 \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。このような電極構造を光導波路デバイス上に形成することで、接続強度に優れた電極構造を提供することができる。

【0038】

【実施例】

本発明の実施例を光導波路デバイスを用いて説明する。光導波路デバイス100は、基板上に形成される。例えば基板として、シリコン基板、表面を二酸化珪素としたシリコン基板、ガラス基板等が用いられる。ここでは、シリコン基板1の上に、光導波路積層体10を備えている。

【0039】

(実施例1)

本実施例における光導波路デバイスの製造方法について説明する。本実施例では、基板1として直径76mmのシリコンウェハを用意し、この基板1の上に図3の構造を備える構成単位を多数配列して形成した後、当該構成単位毎にダイシングにより切り離すことで、多数の図3の光導波路デバイス100を一度に製造した。本実施例では、成膜やパターニング等は、ウェハ状の基板1全体で一度に

行った。なお、図1 (a) ~ (c) 及び図2 (d) ~ (f) は、図示の都合上、ウェハ状の基板1のうち、一つの光導波路デバイス100となる上記構成単位のみを切り出した状態で図示している。

【0040】

(1) 下部クラッド層形成工程

基板1の上面全体にOPI-N1005（フッ素含有ポリイミド樹脂；日立化成工業株式会社製商品名）をスピン塗布して材料溶液膜を形成した。その後、乾燥器を用い100℃で30分間、次いで200℃で30分間加熱することにより溶媒を蒸発させ、続けて370℃で60分加熱することにより樹脂を硬化させて、厚さ6 μ mの下部クラッド層3を形成した（図1 (b)）。

【0041】

(2) 光導波路形成工程

この下部クラッド層3の上に、OPI-N3205（フッ素含有ポリイミド樹脂；日立化成工業株式会社製商品名）をスピン塗布して材料溶液膜を形成した。その後、乾燥器を用い100℃で30分間、次いで200℃で30分間加熱することにより溶媒を蒸発させ、続けて350℃で60分加熱することにより樹脂を硬化させて、光導波路4となる厚さ6 μ mのポリイミド膜を形成した。

【0042】

得られたポリイミド膜は、フォトリソグラフィにより光導波路4の形状にパターニングした。具体的には、光導波路4となるポリイミド層の上にレジストをスピン塗布し、100℃で乾燥後、水銀ランプでマスク像を露光させ、現像して、レジストパターン層を形成した。このレジストパターン層は、前述のポリイミド膜を光導波路4の形状に加工するためのマスクとして用い、前述のポリイミド層を酸素でリアクティブイオンエッチング（O₂-RIE）することにより、光導波路4を基板1上に多数配列して形成した（図1 (c)）。その後、レジストパターン層を剥離した。

【0043】

(3) 上部クラッド層形成工程

次に、光導波路4及び下部クラッド層3を覆うように、OPI-N1005（

フッ素含有ポリイミド樹脂；日立化成工業株式会社製商品名）をスピン塗布した。得られた材料溶液膜を、乾燥器で100℃で30分、次いで、200℃で30分加熱して材料溶液膜中の溶媒を蒸発させ、350℃で60分加熱することによりポリイミド膜の上部クラッド層5を形成した（図2（d））。

【0044】

（4）接着層形成

次に、上部クラッド5を覆うように、PIQ13（フッ素を含まないポリイミド樹脂；日立化成工業株式会社商品名）をスピン塗布した。得られた材料溶液膜を乾燥機で100℃で30分、200℃で30分加熱して材料溶液膜中の溶媒を蒸発させ、350℃で60分加熱することによりフッ素を含まない1 μ mのポリイミド膜の接着層6を形成した（図2（e））。

【0045】

（5）電極形成工程

次に、接着層6、上部クラッド層5、光導波路4、下部クラッド層3の積層膜に対してダイシングにより積層方向に切り込みを入れ、シリコン上に電極7を形成すべき領域に形成されている接着層6、上部クラッド層5から下部クラッド層3までを、基板1上から剥がして除去した。これにより、光導波路積層体10は図2（f）の形状となり、基板1上の電極部7を形成する領域では、シリコン基板1が露出した。

【0046】

（6）レジスト層62の形成

次に図4（a）に示すように、シリコン基板1および接着層6（不図示）を露出させた基板61の表面に、ポジ型のノボラックフェノール樹脂を用いてレジスト層62を形成し、これをフォトリソグラフィにより所定のパターンになるようにパターンニングした。

【0047】

（7）積層膜63の形成

この上にCrを真空蒸着法で0.05 μ m形成し、さらにAuを0.5 μ m成膜し積層膜63を形成した。ここで真空蒸着法として電子ビーム蒸着法を採用し

たが、本方法に限らず、スパッタ法、抵抗加熱法によることができる。また、厚みはCrは0.02～0.4 μm 、Auは0.1～2 μm 程度が好ましい。また、CrはCrに限らず、Ti、Mo、W等の高融点金属を用いることができ、これらの金属のいくつかを複数形成することができる。

【0048】

(8) レジスト層62の剥離

続いて、レジスト層62を剥離することにより、積層膜63よりなる電極部7（積層膜63）が形成された基板61（図4（b）、図5）を得た。

【0049】

ここでは、不要部分の金属の除去に予めレジストを形成し、開口部に電極を形成した後、レジスト層を剥離することで、所定のパターンを得るリフトオフ法によったが、先に電極を基板全面に予め形成した後、レジストを形成し、不要な領域をイオンミリングや反応性ドライエッチングによって除去する工程によっても作製することができる。

【0050】

(6) 切出し工程

その後、ウェハ状の基板1をダイシングにより図3の形状に切り出し光導波路デバイス100を完成させた。

【0051】

このようにして電極を有する光導波路デバイスが得られる。この接続部（電極）に、Auワイヤを超音波接続した。その結果、良好にAuワイヤが接続され、強度は5g以上、破壊箇所はボールネックであった。また、シヤ強度は50～60gであった。

【0052】

(比較例1)

実施例1において、(4) 接着層形成を省略したこと以外は実施例1と同様に行い光導波路デバイス100を作製した。この場合、積層膜63（電極）を形成しレジスト層62の剥離の際に、積層膜63が剥がれてしまった。

【0053】

(実施例 2)

実施例 1 において、積層膜 63 の形成の際、基板であるフッ素を含まない樹脂であるポリイミドの接着層 6 の上に Cr を真空蒸着法で $0.05\mu\text{m}$ 形成し、その上に Al を真空蒸着法で $1.5\mu\text{m}$ 成膜し、その上に高融点材料として Cr を $0.1\mu\text{m}$ 成膜し、さらに Au を $0.5\mu\text{m}$ 成膜し積層膜 63 を形成したこと以外実施例 1 と同様に行い光導波路デバイス 100 を作製した。

このようにして作製した電極構造を有する光導波路デバイスの接続部（電極）に、Au ワイヤを超音波接続した。その結果、良好に Au ワイヤが接続され、強度は 5 g 以上、破壊箇所はボールネックであった。

実施例 1、2 のフッ素を含んだポリイミド層を形成し、さらにその表面にフッ素を含まない樹脂である接着層 6 を形成した基板を用いることにより、電極の剥離はなく Au ワイヤの強度は 5 g 以上と電極の密着力不足による電極剥れがなく良好であった。また、シヤア強度は、70～100 g と良好であった。

基板の上にアルミニウムを介在させることによりワイヤボンディング時の超音波のエネルギーがアルミニウムで緩和され基板と電極の界面の接続強度が良好に保たれる。

【0054】**【発明の効果】**

本発明により、フッ素化ポリイミドにより光導波路を形成した光導波路基板の光導波路上に剥れの無い、十分な強度を有する電極が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施例における模式化された光導波路デバイスの製造方法を示す切り欠き斜視図である。

【図 2】 実施例における模式化された光導波路デバイスの製造方法を示す切り欠き斜視図である。

【図 3】 模式化された光導波路デバイスの構造例を示す斜視図である。

【図 4】 電極の成膜工程を示す説明図である。

【図 5】 実施例における模式化された電極の断面図である。

【図 6】 従来技術を説明するための電極の断面図である。

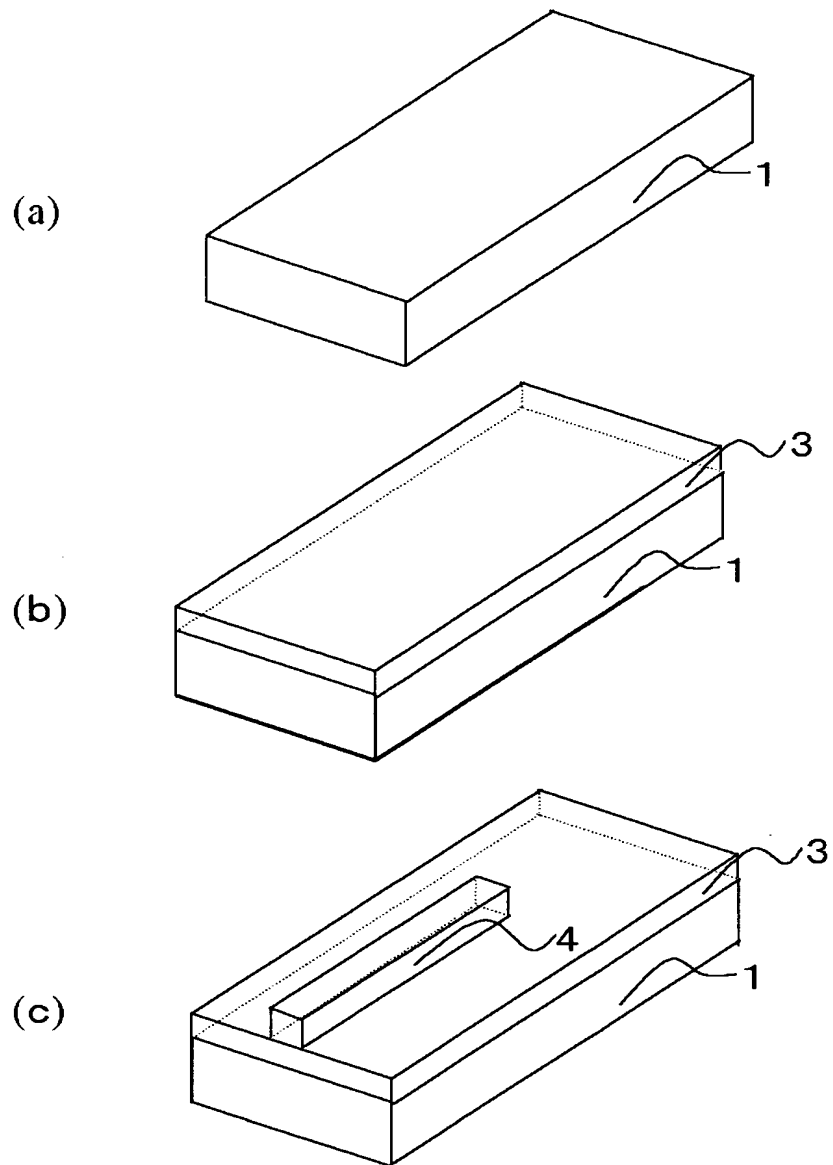
【図 7】 従来技術を説明するための電極の断面図である。

【符号の説明】

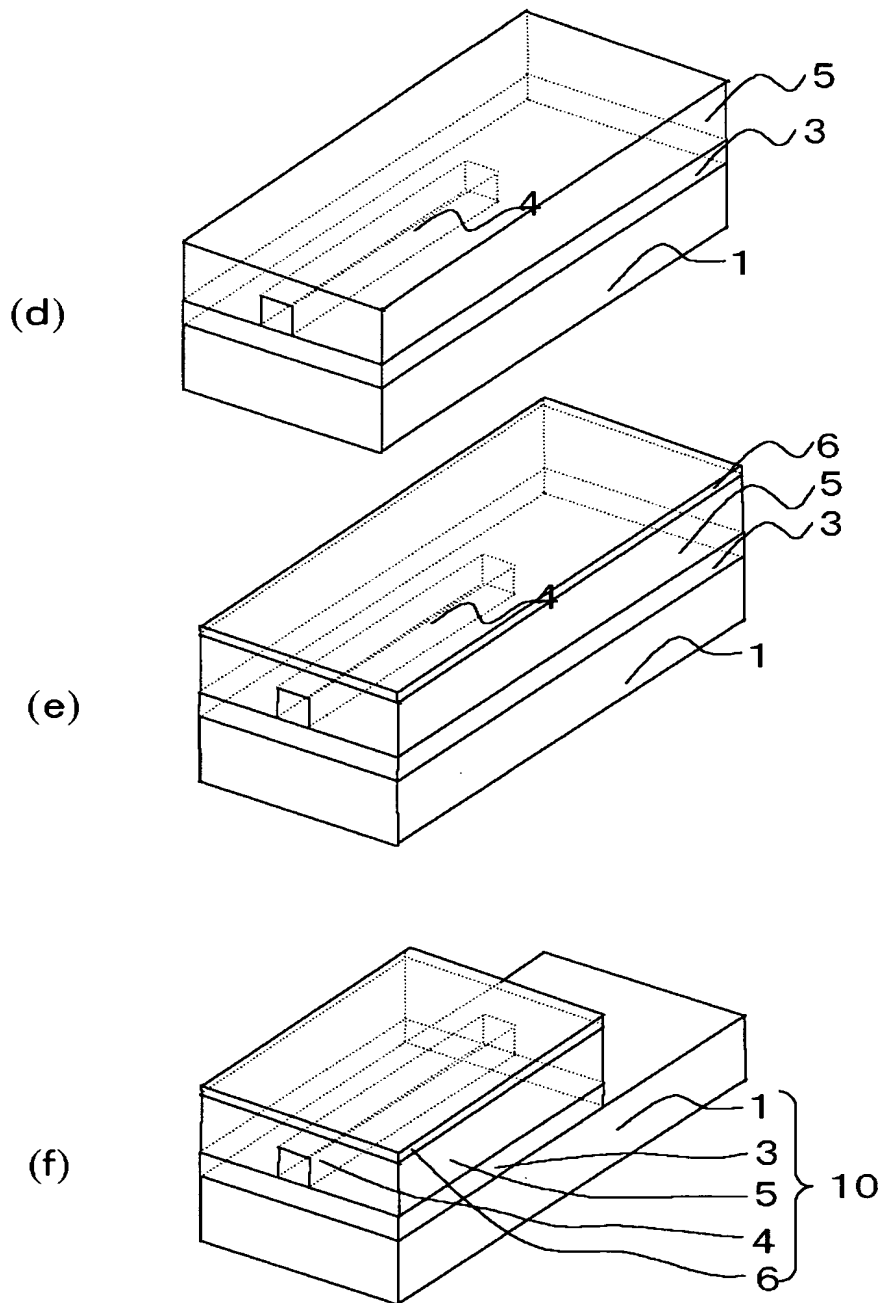
- 1 … シリコン基板
- 3 … 下部クラッド層
- 4 … 光導波路
- 5 … 上部クラッド層
- 6 … 接着層
- 7 … 電極部
- 1 0 … 光導波路積層体
- 1 1 … クロム
- 1 4 … 金
- 1 5 … チタン
- 1 6 … 白金
- 6 1 … 基板
- 6 2 … レジスト層
- 6 3 … 蒸着膜の積層膜
- 1 0 0 … 光導波路デバイス

【書類名】 図面

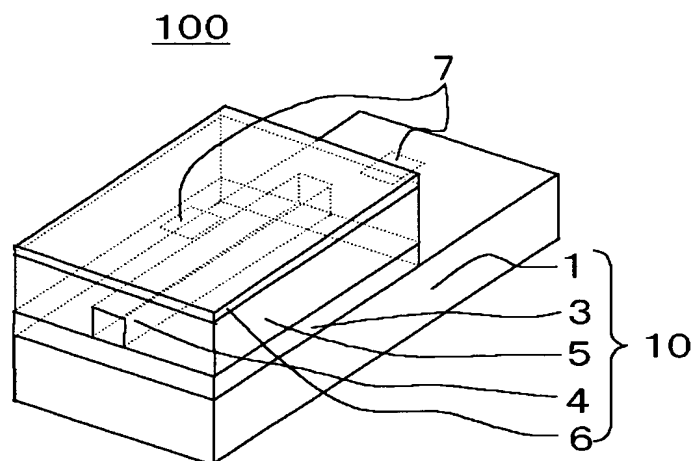
【図 1】



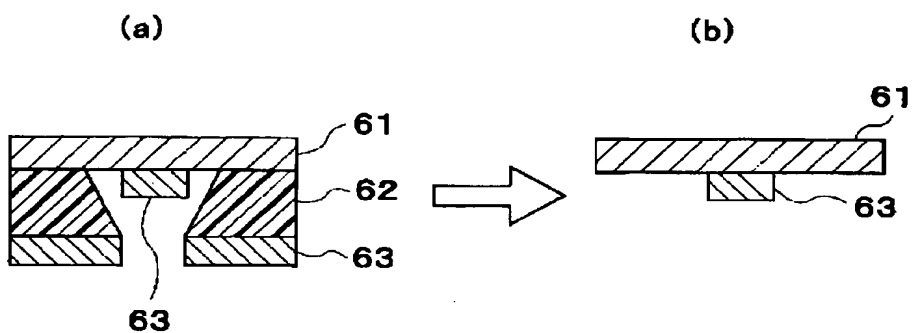
【図 2】



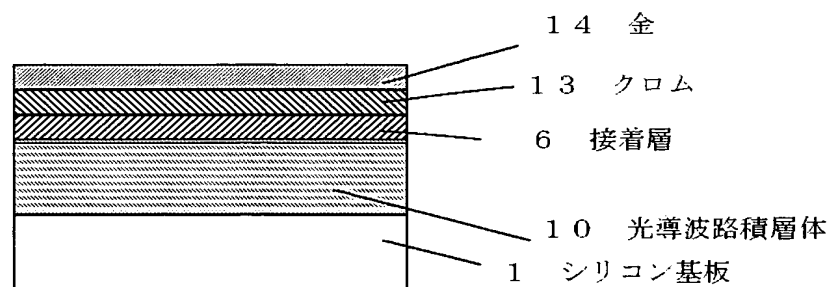
【図 3】



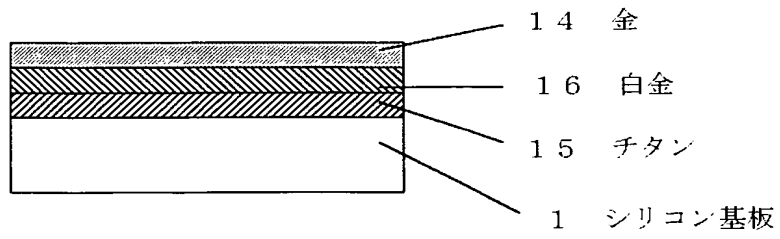
【図 4】



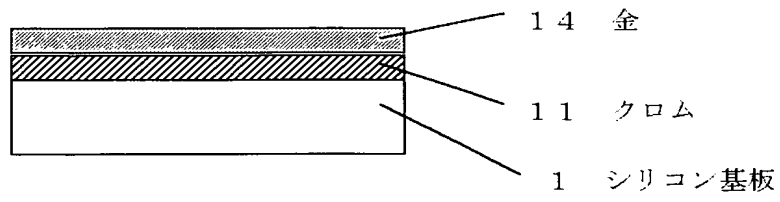
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電極の密着力不足による電極剥れがなく、基板とその上に形成された電極との界面が、超音波のパワーにより破壊されずに、十分な強度を得ることのできる電極構造を提供する。

【解決手段】 基板と基板に設けられた電極において、基板がフッ素を含んだポリイミド層で形成され、このフッ素を含んだポリイミド層と電極の間に少なくとも 1 種類以上のフッ素を含まない樹脂を介在させた電極構造。電極は、表面が金であり、基板と金の間にアルミニウムを介在させた上記基板の電極構造。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 1 - 1 6 0 6 8 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 4 5 5]

1. 変更年月日	1 9 9 3 年 7 月 2 7 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都新宿区西新宿 2 丁目 1 番 1 号
氏 名	日立化成工業株式会社